

MULTIPLE-NOZZLE INK-JET HEAD AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

Patent number: WO0172519
Publication date: 2001-10-04
Inventor: SAKAMOTO YOSHIKI (JP); KOIKE SHUJI (JP); SHINGAI TOMOHISA (JP)
Applicant: FUJITSU LTD (JP); SAKAMOTO YOSHIKI (JP); KOIKE SHUJI (JP); SHINGAI TOMOHISA (JP)
Classification:
 - international: B41J2/045; B41J2/16
 - european: B41J2/14D1; B41J2/14D2; B41J2/16C; B41J2/16D1; B41J2/16D2
Application number: WO2000JP01880 20000327
Priority number(s): WO2000JP01880 20000327

Also published as:

US6877843 (B2)
 US2003025767 (A1)

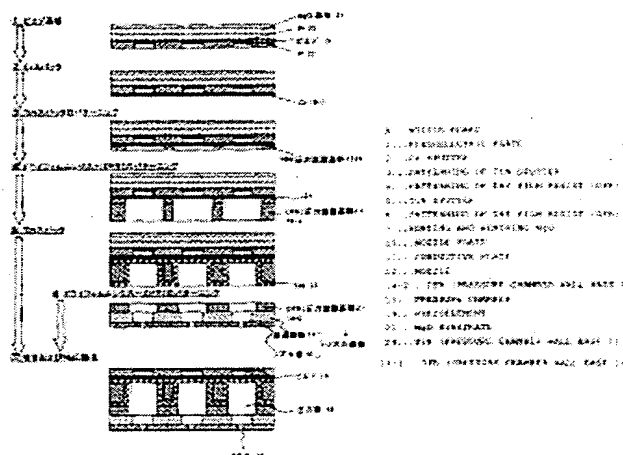
Cited documents:

JP10264383
 EP0803918
 JP10146967
 JP6218929
 JP6071877

Report a data error here

Abstract of WO0172519

The invention discloses a multiple-nozzle ink-jet head using a piezoelectric element and a method of manufacturing thereof. A head (1) comprises a nozzle material (10) forming a plurality of nozzles (12), a pressure chamber wall (14) forming a plurality of pressure chambers (15), a vibrator (18), and a plurality of piezoelements (19). The pressure chambers each include a piezoelectric actuator for applying pressure to eject ink through the nozzles. To increase the rigidity of the pressure chamber wall, high-rigidity coating materials (23, 25) are applied either to the inside of the pressure chamber wall or to that part of the vibrator that touches the pressure chamber wall.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(57) 要約:

圧電素子を用いたマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を開示する。ヘッド（１）は、複数のノズル（１２）を形成するノズル部材（１０）と、複数の圧力室（１５）を形成する圧力室壁部材（１４）と、振動板（１８）と、複数のピエゾ素子（１９）とを有し、複数の圧力室の個々に、前記ノズルからインクを噴出するための圧力を付与する圧電型アクチュエータとを有する。この圧力室壁の内面に、又は、振動板の前記圧力室壁部材に接する部分に、高剛性コーティング部材（２３，２５）を設け、圧力室壁の剛性を高める。

明細書

マルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法

5 技術の分野

本発明は、複数のノズルを有するマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法に関し、特に、圧力室壁の剛性を高めるためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法に関する。

10 背景技術

図17は、従来のマルチノズルインクジェットヘッドの構造図である。ここでは、駆動素子として振動板95にピエゾ96を積層したバイモルフ・アクチュエータを使用している。

- この駆動素子およびヘッド90の製作方法は、図示しないMgO基板上にスパッタにて複数の個別電極97を形成し、更にピエゾ96を数 μ m厚積層し、パターンニング形成する。この後、共通電極兼振動板95となる金属(Cr等)を全面に渡って、数 μ m形成してバイモルフ構造体を形成する。これと別に用意する圧力室形成部材(ドライフィルムレジスト)93とノズル形成部材92を、個別電極97に対応する位置に合わせて接合する。その後、MgO基板をエッチング除去してヘッド板90が完成する。

- 動作は、図示しないインクタンクからヘッド90へインクが供給され、更にヘッド90内では、図示しない共通路およびインク供給路を通して、各圧力室94とノズル91にインクが供給される。駆動回路から、駆動信号を個別電極(各ノズルに対応する電極)97に与えると、ピエゾ96の圧電効果により、図18の点線に示すように、振動板95が圧力室94内に向けて撓み、ノズル91よりインクを噴射する。このインクが印字媒体上でドットを形成し、装置およびヘッドの駆動制御により所望の画像を形成する。

この薄膜ピエゾを用いたインクジェットヘッドは、印字品質を高める極微小粒子の噴射を可能とし、且つ半導体製法を適用し易いことから、複数のノズルを高

集積化した小型ヘッドを低コストに実現出来る。

しかし、図17に示すように、ノズルの高集積化した場合には、隣り合うノズル91に連通する圧力室壁93が薄くなり、剛性が低下する。例えば、ノズル密度が、300 dpiのヘッドでは、ノズルピッチは、85 μ mと狭く、圧力室壁の厚みは、35 μ m以下である。この圧力室壁93の剛性の低下は、駆動時の発生圧力を逃がして、インク流動の応答性を低下させ、結果的に粒子化速度と駆動周波数を下げる事となる。特に、圧力室壁部材93がドライフィルムレジストといった樹脂であると、圧力室壁の剛性の低下は顕著である。

この影響を抑えるために、従来、圧力室壁93を厚くする方法か、圧力室形成部材93を樹脂よりも剛性の高い金属等にする方法が提案されており、これにより、圧力室壁93の剛性を確保することができる。

しかしながら、圧力室壁93を厚くすることは、構造的に高集積化を不可能にする。又、圧力室形成部材93を金属にすると、数十 μ mの圧力室深さ（金属層厚さ）で、圧力室パターンを数 μ m精度で形成しなければならない。このため、高コストを招く。従って、これらの対策では低コストのノズルの高集積化は困難であった。

発明の開示

本発明の目的は、ノズルを高集積化するため、圧力室壁を薄くしても、駆動時の発生圧力の逃げを防止するためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を提供するにある。

本発明の他の目的は、低剛性な圧力室壁材料を使用しても、圧力室壁の剛性を高めるためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を提供するにある。

本発明の更に他の目的は、圧力室の壁を薄くしても、圧電アクチュエータの変位の低下を防止するためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を提供するにある。

本発明の更に他の目的は、低コストでノズルの高集積化を可能とするためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を提供することにある。

- この目的の達成のため、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドの一態様は、複数のノズルを形成するノズル部材と、前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、前記複数の圧力室の個々に、前記ノズルからインクを噴出するための圧力を付与する圧電型アクチュエータと、前記圧力室壁部材の前記圧力室に面した面に設けられ、前記圧力室壁部材を補強する補強コーティング部材とを有する。

- 本発明のマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法は、複数の圧力室の個々に、前記ノズルからインクを噴出するための圧力を付与する圧電型アクチュエータを作成するステップと、前記圧電型アクチュエータ上に、前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、前記複数のノズルを形成するノズル部材とを形成するステップとを有し、前記圧力室壁部材を形成するステップは、前記圧力室壁部材の前記圧力室面に、前記圧力室壁部材を補強する補強部材をコーティングするステップを有する。

- 本発明のこの形態では、圧力室の壁の剛性を高めるため、補強部材を圧力室壁にコーティングした。これにより、ノズルを高密度化するため、圧力室壁を薄くしても、圧電アクチュエータの圧力による圧力室壁の逃げを防止でき、圧力損失を低減できる。このため、ノズルを高密度化しても、ヘルムホルツ周波数を高める構造が実現でき、粒子化速度と駆動周波数を向上することができる。又、コーティングにより、補強するため、補強層が薄くてよく、圧力室の幅を狭めず、実現できる。

- 尚、マルチノズルヘッドにおいて、圧力室壁に何らかの層をコーティングすることは、知られている（例えば、日本国特開平５－３３８１６３号公報、日本国特開平１０－１００４０５号公報、日本国特開平１０－２６４３８３号公報等）。しかし、これらの公知技術は、金属製の圧力室壁を、金属層や、樹脂層により、アルカリ性インクから保護するものであり、圧力室壁の補強を意図していない。

又、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記圧力室壁部材は、感光性樹脂で構成され、前記補強コーティング部材は、金属又はセラミック材料で構成されることもできる。半導体プロセスにより、容易に微細な圧力室を形成できる感光性樹脂を圧力室壁に用いても、圧力室壁の剛性を容易に高めることが

できる。

- 更に、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記補強部材は、導電性部材で形成され、前記圧力室壁部材の各圧力室に設けられた前記補強コーティング部材は、電氣的に接続されていることもできる。これにより、圧電アクチュエータの共通電極としても、機能する。

更に、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記圧電型アクチュエータは、ピエゾ素子と振動板とを有し、前記振動板は、前記補強コーティング部材で構成させることもできる。これにより、振動板と補強層とを一度に形成でき、ヘッドの製造プロセスが簡略化できる。

- 10 更に、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記振動板を構成する前記補強コーティング部材の厚みが、前記圧力室壁部材を覆う前記補強コーティング部材の厚みより薄いこともできる。これにより、振動板の機能と、補強層の機能の両立できる。

- 15 更に、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記補強コーティング部材の厚さは、以下の条件を満たすことにより、所望の圧力室壁及びコーティング剤を用いて、圧力損失の少ない圧力室壁を構成できる。

$20 \leq E1/E2$ のとき、 $0.02 \leq t1/tw$ 、

$40 \leq E1/E2$ のとき、 $0.01 \leq t1/tw$ 、

$80 \leq E1/E2$ のとき、 $0.005 \leq t1/tw$ 、

- 20 $400 \leq E1/E2$ のとき、 $0.001 \leq t1/tw$ 。

但し、コーティング材のヤング率 : $E1$ 、圧力室壁心材のヤング率 : $E2$ 、コーティング材の厚さ : $t1$ 、圧力室壁心材の厚さ : $t2$ 、圧力室壁全体の厚さ : tw ($=2 \times t1 + t2$) とする。

- 本発明の他の態様のマルチノズルインクジェットヘッドは、前記複数のノズルを形成するノズル部材と、前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、振動板と、複数のピエゾ素子とを有し、前記複数の圧力室の個々に、前記ノズルからインクを噴出するための圧力を付与する圧電型アクチュエータと、前記振動板の前記圧力室壁部材に接する部分に設けられ、前記圧力室の一部を形成するための高剛性部材とを有する。

- 本発明の他の態様のマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法は、振動板と複数のピエゾ素子を有する圧電型アクチュエータを作成するステップと、前記圧電型アクチュエータ上に、前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、前記複数のノズルを形成するノズル部材とを形成するステップとを有し、前記圧電型
- 5 アクチュエータを作成するステップは、前記振動板の前記圧力室壁部材に接する位置に、前記圧力室の一部を形成する高剛性部材を形成するステップを有する。

- この本発明の態様では、圧力室面の一部をなす振動板を屈曲変形させる構成において、高剛性部材を設けることにより、同振動板の変形効率が向上するよう、同振動板の固定部分の剛性を高めることができる。圧力室壁の他の殆どの部分は、
- 10 樹脂等の低剛性部材で良いため、高密度ノズルにおいても、圧力損失を低減でき、これによって、ヘルムホルツ周波数を高める構造が実現でき、粒子化速度と駆動周波数を向上することができる。

- 又、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記高剛性部材は、前記振動板に向けてテーパ形状であることにより、振動板支持部に生じる応力を緩和
- 15 和できる。

本発明の他の目的、態様は、以下に示す実施の形態及び図面から明らかとなる。

図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドを適用したプリンタの
- 20 構成図である。
- 図 2 は、本発明の一実施の形態のヘッドの上面図である。
- 図 3 は、図 2 のヘッドの B-B 断面図である。
- 図 4 は、本発明の動作説明図である。
- 図 5 は、本発明の第 1 の実施例の説明図である。
- 25 図 6 は、本発明の第 2 の実施例の説明図である。
- 図 7 は、本発明の第 3 の実施例の説明図である。
- 図 8 は、本発明の第 4 の実施例の説明図である。
- 図 9 は、本発明の第 5 の実施例の説明図である。
- 図 10 は、本発明の第 5 の実施例の動作説明図である。

- 図 1 1 は、本発明の第 6 の実施例の説明図である。
- 図 1 2 は、本発明の第 7 の実施例の説明図である。
- 図 1 3 は、本発明の第 7 の実施例の動作説明図である。
- 図 1 4 は、本発明の実施例のヘッド動作特性図である。
- 5 図 1 5 は、本発明の実施例の圧力室壁損失とヘッド動作特性の比較図である。
- 図 1 6 は、本発明の実施例の圧力室壁損失率の特性図である。
- 図 1 7 は、従来のマルチノズルインクジェットヘッドの構成図である。

発明を実施するための最良の形態

- 10 図 1 は、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドを使用したプリンタの構成図であり、シリアルプリンタを例にしてある。図 1 において、キャリッジ 3 は、インクを収容したインクタンク 2 と、マルチノズルインクジェットヘッド 1（以下、ヘッドという）とを搭載し、印字媒体 8 の主走査方向に移動する。印字媒体 8 は、押えローラ 4 と給紙ローラ 5 とにより、ヘッド 1 方向に搬送される。押え
- 15 ギザローラ 6 と排紙ローラ 7 は、印字媒体 8 を排紙受け 9 に搬送する。従って、キャリッジ 3 の主走査方向の移動と、印字媒体 8 の副走査方向の搬送により、ヘッド 1 は、印字媒体 8 の全面に印刷できる。

- 図 2 は、本発明の一実施の形態のヘッドの上面図、図 3 は、図 2 のヘッドの B-B 断面図である。図 2 は、3 つのノズルを持つマルチノズルヘッドを示し、共
- 20 通インク室 1 6 に、インク供給路 1 7 を介し 3 つの圧力室 1 5 と 3 つのピエゾ素子 1 9 が設けられている。

- 図 3 に示すように、ノズル 1 2 を形成するノズルプレート 1 0 の上に、導通路 1 3 を形成する導通路プレート 1 1 が設けられている。この上に、圧力室 1 5、インク供給路 1 7、共通インク室 1 6 を形成する圧力室壁部材 1 4 が設けられて
- 25 いる。各圧力室 1 5 を覆うように、共通電極を兼用する振動板 1 8 が設けられ、振動板 1 8 上に、各圧力室のための 3 つのピエゾ膜 1 9 が設けられる、各ピエゾ膜 1 9 には、個別電極 2 0 が設けられている。

このヘッドの動作は、図 1 のインクタンク 2 からヘッド 1 へインクが供給され、更にヘッド 1 内では、共通路 1 6 およびインク供給路 1 7 を通って、各圧力室 1

5 とノズル 1 2 にインクが供給される。図 3 に示すように、振動板 1 8 を電氣的に接地し、駆動回路から、駆動信号を個別電極（各ノズルに対応する電極）2 0 に与えると、ピエゾ 1 9 の圧電効果により、振動板 1 8 が圧力室 1 5 内に向けて撓み、ノズル 1 2 よりインクを噴射する。このインクが印字媒体上でドットを形成し、装置およびヘッドの駆動制御により所望の画像を形成する。

このピエゾ膜 1 9 は、半導体プロセスにより、極めて薄く形成される。薄膜ピエゾを用いたインクジェットヘッドは、印字品質を高める極微小粒子の噴射を可能とし、且つ半導体製法を適用し易いことから、複数のノズルを高集積化した小型ヘッドを低コストに実現出来る。

10 しかし、図 4（A）に示すように、ノズルの高集積化においては、隣り合うノズル 1 2 に連通する圧力室壁 1 4 が薄くなり、剛性が低下する。例えば、ノズル密度が、300 dpi のヘッドでは、ノズルピッチは、85 μ m と狭く、圧力室壁の厚みは、35 μ m 以下である。この圧力室壁 1 4 の剛性の低下は、図 4

（A）に示すように、圧力室 1 4 内のインクが受ける駆動時の発生圧力（インク圧力）によって、圧力室壁 1 4 が、矢印方向に撓み（逃げ）、圧力損失を生じる。

又、図 4（B）に示すように、振動板 1 8 の支持部の剛性が低くなるため、振動板支持部も含めて変位し、不必要な動作にエネルギーが消費され、発生圧力の損失が生じる。これにより、発生圧力を逃がして、インク流動の応答性を低下させ、結果的に粒子化速度と駆動周波数を下げることとなる。特に、圧力室壁部材 1 4 がドライフィルムレジストといった樹脂であると、圧力室壁の剛性の低下は
20 顕著である。

この圧力損失を低下するため、本発明では、第 1 に、圧力室壁 1 4 の剛性を高める。第 2 に、振動板 1 8 の支持部の剛性を高める。以下、図 5 ～ 図 1 3 に本発明の実施例を示す。各図は、圧力室の横断面（図 2 の複数の圧力室を配置する方向の断面 A-A）である。基本的に、駆動素子は、振動板と薄膜ピエゾの積層体からなるバイモルフ・アクチュエータであり、薄膜ピエゾの作製方法は各々従来例と同様である。振動板と圧力室壁の形成方法は各実施例で異なり、その作製方法は各図にプロセスフローを示した。

ここでは、従来例および各実施例の特性を比較するため、以下の共通条件を含

んでいる。

- ・個別電極 20 : 幅 45(μm)、厚さ 0.1(μm)
- ・薄膜ピエゾ 19 : 圧電定数 d_{31} 100E-12(m/V)、幅 45(μm)、厚さ 2(μm)

- 5 ・圧力室 14 : 長さ 500(μm)、幅 50(μm)、深さ 50(μm)
- ・ノズル 12 のピッチ : 85(μm) (=300dpi)

圧力室壁厚さ = ノズルピッチ - 圧力室幅 = 35(μm)

- ・ノズル 12 : 長さ 15(μm)、直径 15(μm)

ポリイミド (PI) シート 10 をエキシマレーザ加工によってノズルを形

10 成

- ・導通路 13 : 長さ 30(μm)、直径 40(μm)

SUS シート 11 をエッチングによってインク流路を形成

以下、各実施例を説明し、特性比較を後述する。

[実施例 1]

- 15 図 5 は、本発明の第 1 の実施例の説明図であり、製造プロセスフロー及びヘッドの構造を示す。

(1) ピエゾ基板を形成する。即ち、プロセス用基板 21 (例えば、 MgO) に、Pt により、個別電極 20 を形成し、更に、個別電極 20 上に、ピエゾ膜 19 をスパッタリング法等により、形成する。更に、各ピエゾ膜 19 間を、ポリイミド

- 20 (PI) 22 で平坦にする。

(2) (1) のピエゾ基板全面に共通電極兼振動板 18 を Cr スパッタによって形成する。厚さは、1(μm)である。

(3) 共通電極兼振動板 18 上に、ドライフィルムレジストのパターニングにより第 1 の圧力室壁基部 14-1 を形成する。高さは、20(μm)、幅は、35(μm)

- 25 である。

(4) 別途作製した導通路板 11 に、ドライフィルムレジストのパターニングにより第 2 の圧力室壁基部 14-2 を形成する。高さは、29(μm)、幅は、 $35-t_1 \times 2 = 33(\mu\text{m})$ であり、 t_1 は下記 (5) 参照。

(5) (4) の部材のパターン全面に、補強コーティング層 23 を TiN スパ

ッタによって形成する。この圧力室壁面上のコーティング厚さ t_1 は、 $1(\mu\text{m})$ である。この後、ノズル 12 を形成したノズル板 10 を、導通路板 11 に、接合する。

- (6) (3) の部材と、(5) の部材とを位置合わせして、加熱接合した後、
5 ピエゾ基板の $\text{MgO} 21$ をエッチングによって除去して、完成する。

この実施例では、半導体プロセスを使用して、ドライフィルムレジストにより、高密度に圧力室壁 14 を形成している。ドライフィルムレジストは、樹脂であり、剛性が低い。このため、 TiN の高剛性材を壁 14 にコーティングして、圧力室の壁 14 の剛性を高くしている。このため、図 4 (A) で示した圧力室壁 14 の
10 撓みを防止できる。

[実施例 2]

図 6 は、本発明の第 2 の実施例の説明図である。

- (1) ピエゾ基板を形成する。即ち、プロセス用基板 21 (例えば、 MgO) に、 Pt により、個別電極 20 を形成し、更に、個別電極 20 上に、ピエゾ膜 19 を
15 スパッタリング法等により、形成する。更に、各ピエゾ膜 19 間を、ポリイミド (PI) 22 で平坦にする。

(2) (1) のピエゾ基板全面に共通電極兼振動板 18 を Cr スパッタによって形成する。厚さは、 $1(\mu\text{m})$ である。

- (3) (2) の振動板 18 の上に、 Cr スパッタのパターニングにより圧力室
20 壁基部 24 を形成する。高さは、 $10(\mu\text{m})$ 、幅は、 $35(\mu\text{m})$ である。

(4) 別途作製したノズル基板 (ノズル板 10 と導通路板 11 の積層板) に、ドライフィルムレジストのパターニングにより圧力室壁基部 14 を形成する。高さは、 $40(\mu\text{m})$ 、幅は、 $35(\mu\text{m})$ である。

- (5) (3) の部材と、(4) の部材とを位置合わせして、加熱接合し、ピエ
25 ゾ基板の $\text{MgO} 21$ をエッチングによって除去して、完成する。

この実施例では、半導体プロセスを使用して、ドライフィルムレジストにより、高密度に圧力室壁 14 を形成している。ドライフィルムレジストは、樹脂であり、剛性が低い。このため、 Cr の高剛性材を振動板 18 の固定支持部に、圧力室の一部を形成するように、設けている。これにより、圧力室の壁の振動板 18 の支

持部の剛性を高くできる。このため、図4(B)で示した圧力室壁14の固定支持部での不要な変位を防止できる。

[実施例3]

図7は、本発明の第3の実施例の説明図である。この実施例は、第2の実施例
5 の変形であり、図6の工程(3)において、スパッタ用マスクの端面をテーパ状にすることによって、Crスパッタによる圧力室壁基部24の断面を、台形状に形成する。

その高さは、 $10(\mu\text{m})$ 、上幅(ピエゾ側)は、 $40(\mu\text{m})$ 、下幅(ノズル側)は、 $35(\mu\text{m})$ である。この実施例では、テーパを設けたため、振動板支持部で生じる
10 応力を緩和できる。

[実施例4]

図8は、本発明の第4の実施例の説明図である。

(1) ピエゾ基板を形成する。即ち、プロセス用基板21(例えば、 MgO)に、Ptにより、個別電極20を形成し、更に、個別電極20上に、ピエゾ膜19を
15 スパッタリング法等により、形成する。更に、各ピエゾ膜19間を、ポリイミド(PI)22で平坦にする。

(2) (1)のピエゾ基板全面に共通電極18-1をCrスパッタによって形成する。厚さは、 $0.1(\mu\text{m})$ であり、薄いため、振動板として、機能しない。

(3) 共通電極18-1上に、ドライフィルムレジストのパターニングにより
20 圧力室壁基部14-1を形成する。高さは、 $29(\mu\text{m})$ 、幅は、 $35-t_1 \times 2 = 33(\mu\text{m})$ であり、 t_1 は下記(4)参照。

(4) (3)の圧力室内のパターン全面に、補強コーティング層25をTiNスパッタによって形成する。圧力室壁面上のコーティング厚さ t_1 は、 $1(\mu\text{m})$ であり、共通電極18-1上のコーティング厚さ t_2 は、 $1(\mu\text{m})$ である。

(5) 別途作製したノズル基板(ノズル板10と導通路板11の積層板)に、
25 ドライフィルムレジストのパターニングにより圧力室壁基部14-2を形成する。高さは、 $20(\mu\text{m})$ 、幅は、 $35(\mu\text{m})$ である。

(6) (4)の部材と、(5)の部材とを位置合わせして、加熱接合し、ピエゾ基板の MgO 21をエッチングによって除去して、完成する。

この実施例では、圧力室の壁を補強するコーティング層 2 5 が、振動板を形成している。このため、図 4 (A) に示す圧力室壁 1 4 の撓みを防止する他に、図 4 (B) に示す支持部の変形も防止できる。図 1 0 により説明すると、圧力室壁 1 4 面のコーティング層 2 5 が、共通電極 1 8 - 1 上のコーティング層 2 5 (振動板として機能) を支持する強化梁として機能するため、振動板端部の支持剛性が向上し、振動板支持部の不要な変位を防止する。

[実施例 5]

図 9 は、本発明の第 5 の実施例の説明図であり、図 8 の実施例の変形例を示す。図 8 の工程 (4) において、TiN スパッタの照射角度と時間を調整して $t_1 > t_2$ としている。この圧力室壁面 1 4 - 1 上のコーティング厚さ t_1 は、 $5(\mu\text{m})$ であり、振動板面側のコーティング厚さ t_2 は、 $1(\mu\text{m})$ である。即ち、図 8 に比し、圧力室壁面のコーティング厚みを、厚くしている。これにより、更に、圧力室壁の剛性を高めるとともに、振動板の機能を損ねない。

更に、実施例 5 - 2 として、図 9 よりも更に t_1 を厚くする。圧力室壁 1 4 - 1 上のコーティング厚さ t_1 を $10(\mu\text{m})$ 、振動板面側のコーティング厚さ t_2 を $1(\mu\text{m})$ とした。

[実施例 6] (図 3)

図 1 1 は、本発明の第 6 の実施例の説明図であり、図 8 の実施例の変形例を示す。図 8 の工程 (2) の共通電極 1 8 - 1 の形成工程を省き (工程短縮)、工程 (3) のコーティング材は、導電性のある Cr スパッタ膜 2 5 にする。これにより、ピエゾ膜 1 9 上に、形成されたコーティング層 2 5 は、共通電極兼振動板の機能を果たし、各圧力室のコーティング層 2 5 は、互いに接続されている。これにより、工程を省略できる。

[実施例 7]

図 1 2 は、本発明の第 7 の実施例の説明図であり、図 6 の実施例と図 8 の実施例とを組み合わせたものである。

(1) ピエゾ基板を形成する。即ち、プロセス用基板 2 1' (例えば、 MgO) に、Pt により、個別電極 2 0 を形成し、更に、個別電極 2 0 上に、ピエゾ膜 1 9 をスパッタリング法等により、形成する。更に、各ピエゾ膜 1 9 間を、ポリイミド

(P I) 22で平坦にする。

(2) (1) のピエゾ基板全面に共通電極18-1をCrスパッタによって形成する。厚さは、 $0.1(\mu\text{m})$ であり、薄いため、振動板として、機能しない。

(3) 共通電極18-1上に、TiNスパッタのパターニングにより圧力室壁基部24を形成する。高さは、 $1(\mu\text{m})$ 、幅は、 $35-t1 \times 2 = 33(\mu\text{m})$ であり、 $t1$ は下記(5)参照。

(4) 基部24上に、ドライフィルムレジストのパターニングにより圧力室壁基部14-1を形成する。高さは、 $29(\mu\text{m})$ 、幅は、 $35-t1 \times 2 = 33(\mu\text{m})$ であり、 $t1$ は下記(5)参照。

10 (5) (4) の圧力室内のパターン全面に、補強コーティング層25をTiNスパッタによって形成する。圧力室壁面上のコーティング厚さ $t1$ は、 $1(\mu\text{m})$ であり、共通電極18-1上のコーティング厚さ $t2$ は、 $1(\mu\text{m})$ である。

(6) 別途作製したノズル基板(ノズル板10と導通路板11の積層板)に、ドライフィルムレジストのパターニングにより圧力室壁基部14-2を形成する。
15 高さは、 $20(\mu\text{m})$ 、幅は、 $35(\mu\text{m})$ である。

(7) (5) の部材と、(6) の部材とを位置合わせして、加熱接合し、ピエゾ基板の $\text{MgO}21$ をエッチングによって除去して、完成する。

この実施例では、圧力室の壁を補強するコーティング層25が、振動板を形成している。このため、図4(A)に示す圧力室壁14の撓みを防止する他に、図
20 4(B)に示す支持部の変形も防止できる。図13により説明すると、圧力室壁14面のコーティング層25が、共通電極18-1上のコーティング層25(振動板として機能)を支持する強化梁として機能するため、振動板端部の支持剛性が向上し、振動板支持部の不要な変位を防止する。更に、振動板支持部の倒れこみも抑制できる。

25 この、コーティング層の作製方法としては上記スパッタの他にCVD、無電界メッキ、蒸着等の適用が可能であり、補強構造を実現する手法であればこれらに限らない。

以上の実施例1~7による効果を、図14、図15、図16に示す。

図14は、実施例1~7のヘッドの動作特性を従来例と比較したものであり、

- ヘルムホルツ周波数およびインク粒子量 2pL (pL : ピコリットル) のときのインク粒子初速度を示している。いずれの実施例も、従来例と同サイズのインク噴射構造でありながら、ヘルムホルツ周波数およびインク粒子初速度を向上しており、本特許の目的とするインク飛翔特性の向上（特に微小粒子の粒子化速度向上）と
- 5 ノズルの高集積化を両立し、印字品質を向上することに寄与することがわかる。

図 1 5 は、具体的に構造上の効果（圧力室壁強化の効果）を、従来例と比較したものであり、図 1 4 の結果も含め従来例の値を「1」としたときの各実施例 1 ~ 7 の値をまとめている。ここで、圧力室壁強化の効果は、インク噴射時の体積損失（圧力室内のインク圧縮と発生圧力による圧力室壁逃げ）の内、圧力室壁逃げの割合（圧力室壁損失）を F E M（有限要素）解析によって算出したものである。

10

明らかに、実施例 1 ~ 7 によって、圧力室壁損失を抑制（値が 1 未満）し、結果としてヘッド動作特性を向上（値が 1 以上）させている。

- 図 1 6 は、前記 F E M 解析手法から、圧力室壁の心材とコーティング材の剛性比率による圧力室壁損失率を算定したものである。この圧力室壁の心材とコーティング材の剛性比率とは、以下の項目をパラメータに採ったものである。
- 15

パラメータ① : $E1/E2$

- ・コーティング材のヤング率 : $E1$
- ・圧力室壁の心材のヤング率 : $E2$

20 パラメータ② : $t1/tw$

- ・コーティング材の厚さ : $t1$
- ・圧力室壁全体の厚さ : tw

- 図 1 6 より、以下の条件を満たすコーティング材料および形状（厚さ）にすることによって、従来 ($t1/tw=0$) に比して、圧力室壁損失を効果的に 10 % 以上抑制でき、前述の実施例の如くヘッド動作特性を向上できる。
- 25

- ・ $20 \leq E1/E2$ のとき、 $0.02 \leq t1/tw$ の形状にする。
- ・ $40 \leq E1/E2$ のとき、 $0.01 \leq t1/tw$ の形状にする。
- ・ $80 \leq E1/E2$ のとき、 $0.005 \leq t1/tw$ の形状にする。
- ・ $400 \leq E1/E2$ のとき、 $0.001 \leq t1/tw$ の形状にする。

以上、本発明を実施例により説明したが、本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形が可能であり、これらを、本発明の範囲から排除するものではない。

産業上の利用性

- 5 圧力室壁に、高剛性コーティング層を設け、又は振動板支持部に高剛性層を設けたため、薄く、低剛性の圧力室壁の逃げを抑制でき、ヘルムホルツ周波数を高め、粒子化速度と駆動周波数が向上する。これにより、印字速度（印刷速度）とドットの微細化（インク粒子の微小化）といった印字品質を向上することに寄与する。特に、アクチュエータとして厚さ $5\mu\text{m}$ 以下の薄膜ピエゾを用いたバイモ
- 10 ルフ振動板構造において同効果は顕著であり、ノズルの高集積化やヘッドの小型化に大きく寄与する。

請求の範囲

1. 複数のノズルと複数の圧力室を有するマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
 - 5 前記複数のノズルを形成するノズル部材と、
前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、
前記複数の圧力室の個々に、前記ノズルからインクを噴出するための圧力を付与する圧電型アクチュエータと、
前記圧力室壁部材の前記圧力室に面した面に設けられ、前記圧力室壁部材を補
 - 10 強する補強コーティング部材とを有することを
特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
2. 請求の範囲 1 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
 - 前記圧力室壁部材は、感光性樹脂で構成され、
前記補強コーティング部材は、金属又はセラミック材料で構成されたことを
 - 15 特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
3. 請求の範囲 1 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
 - 前記補強部材は、導電性部材で形成され、
前記圧力室壁部材の各圧力室に設けられた前記補強コーティング部材は、電氣的に接続されていることを
 - 20 特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
4. 請求の範囲 1 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
 - 前記圧電型アクチュエータは、ピエゾ素子と振動板とを有し、
前記振動板は、前記補強コーティング部材で構成されることを
 - 特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
- 25 5. 請求の範囲 4 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
 - 前記振動板を構成する前記補強コーティング部材の厚みが、前記圧力室壁部材を覆う前記補強コーティング部材の厚みより薄いことを
 - 特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
6. 請求の範囲 1 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、

前記補強コーティング部材の厚さは、以下の条件を満たすことを特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。

$20 \leq E1/E2$ のとき、 $0.02 \leq t1/tw$ 、

$40 \leq E1/E2$ のとき、 $0.01 \leq t1/tw$ 、

5 $80 \leq E1/E2$ のとき、 $0.005 \leq t1/tw$ 、

$400 \leq E1/E2$ のとき、 $0.001 \leq t1/tw$ 。

但し、コーティング材のヤング率 : $E1$ 、圧力室壁心材のヤング率 : $E2$ 、コーティング材の厚さ : $t1$ 、圧力室壁心材の厚さ : $t2$ 、圧力室壁全体の厚さ : tw ($=2 \times t1 + t2$) とする。

10 7. 複数のノズルと複数の圧力室を有するマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、

前記複数のノズルを形成するノズル部材と、

前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、

振動板と、複数のピエゾ素子とを有し、前記複数の圧力室の個々に、前記ノズルからインクを噴出するための圧力を付与する圧電型アクチュエータと、

15 前記振動板の前記圧力室壁部材に接する部分に設けられ、前記圧力室の一部を形成するための高剛性部材とを有することを

特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。

8. 請求の範囲7項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、

20 前記高剛性部材は、前記振動板に向けてテーパ形状であることを

特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。

9. 複数のノズルと複数の圧力室を有するマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法において、

25 前記複数の圧力室の個々に、前記ノズルからインクを噴出するための圧力を付与する圧電型アクチュエータを作成するステップと、

前記圧電型アクチュエータ上に、前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、

前記複数のノズルを形成するノズル部材とを形成するステップとを有し、

前記圧力室壁部材を形成するステップは、前記圧力室壁部材の前記圧力室面に、前記圧力室壁部材を補強する補強部材をコーティングするステップを有すること

を

特徴とするマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法。

10. 複数のノズルと複数の圧力室を有するマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法において、

- 5 振動板と複数のピエゾ素子を有する圧電型アクチュエータを作成するステップと、

前記圧電型アクチュエータ上に、前記複数の圧力室を形成する圧力室壁部材と、前記複数のノズルを形成するノズル部材とを形成するステップとを有し、

- 前記圧電型アクチュエータを作成するステップは、前記振動板の前記圧力室壁部材に接する位置に、前記圧力室の一部を形成する高剛性部材を形成するステップを有することを
- 10

特徴とするマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法。

図 1

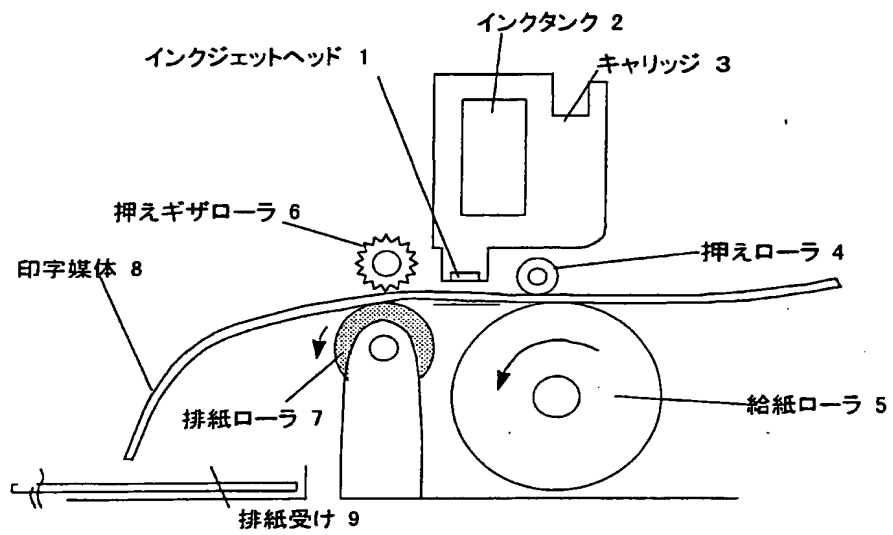


図 2

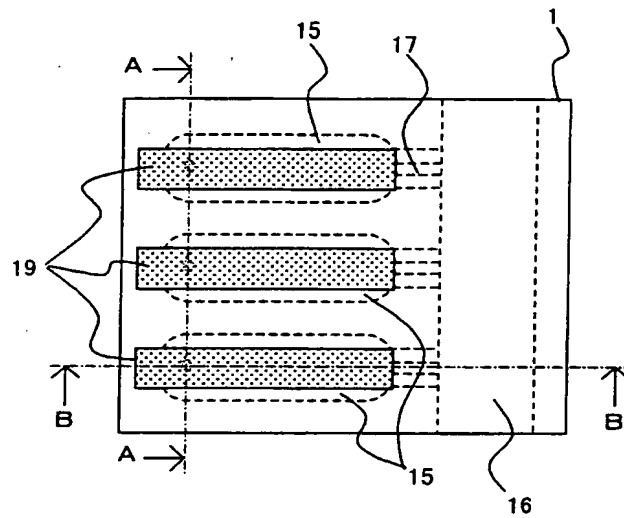


図 3

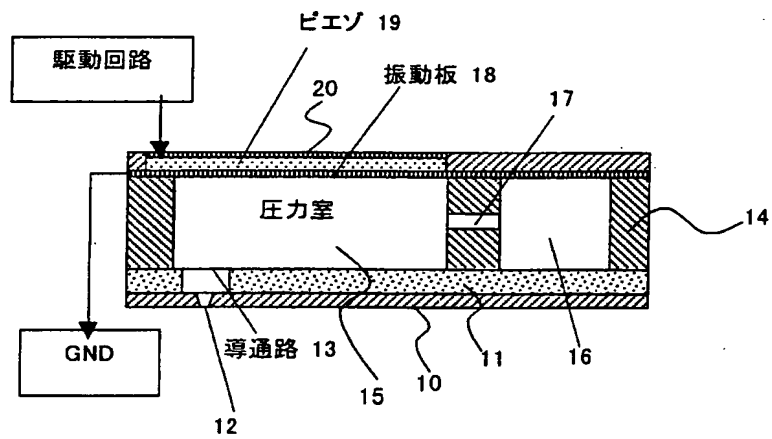


図 4

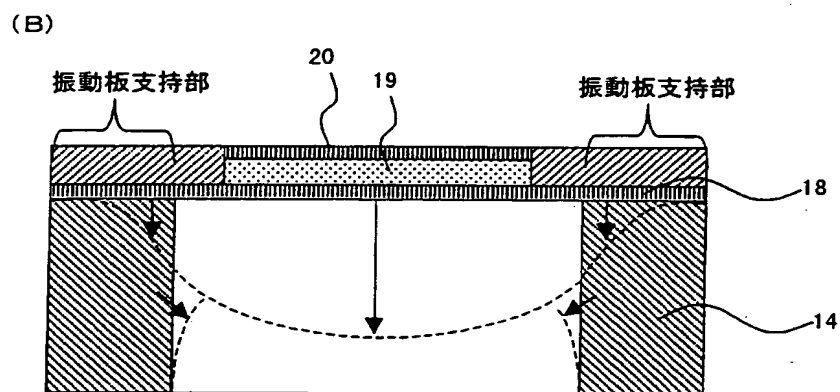
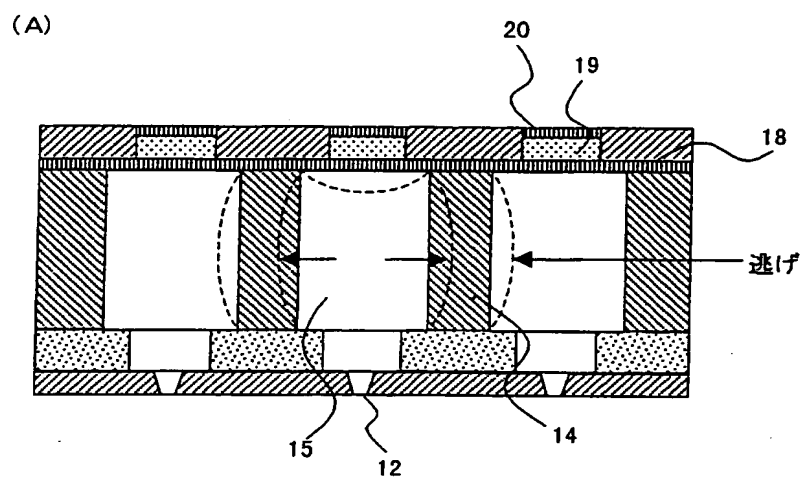


図 5

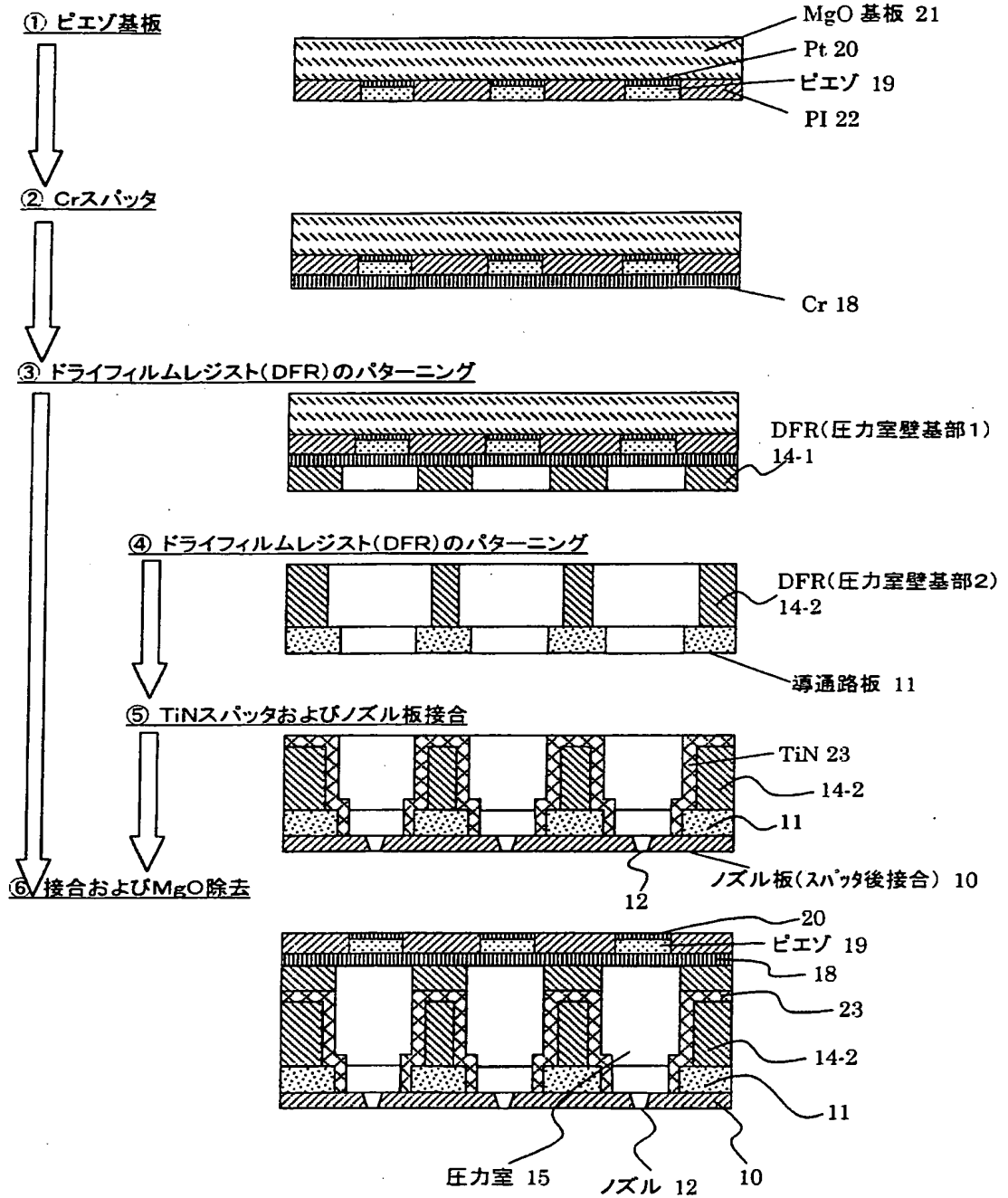


図 6

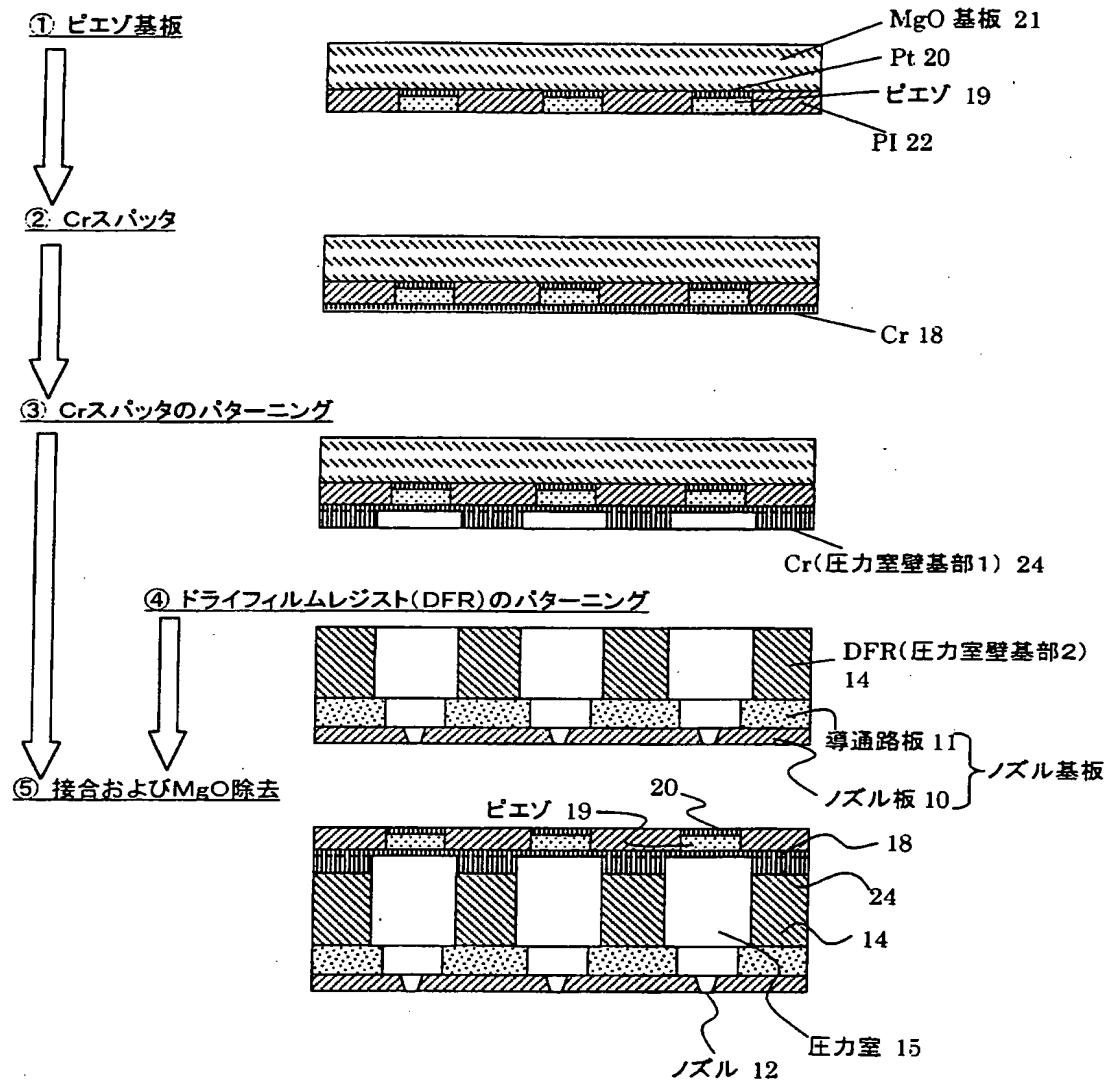
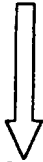


図 7

① ピエゾ基板



② Crスパッタ



③ Crスパッタのパターニング



⑤ 接合およびMgO除去

④ ドライフィルムレジスト(DFR)のパターニング

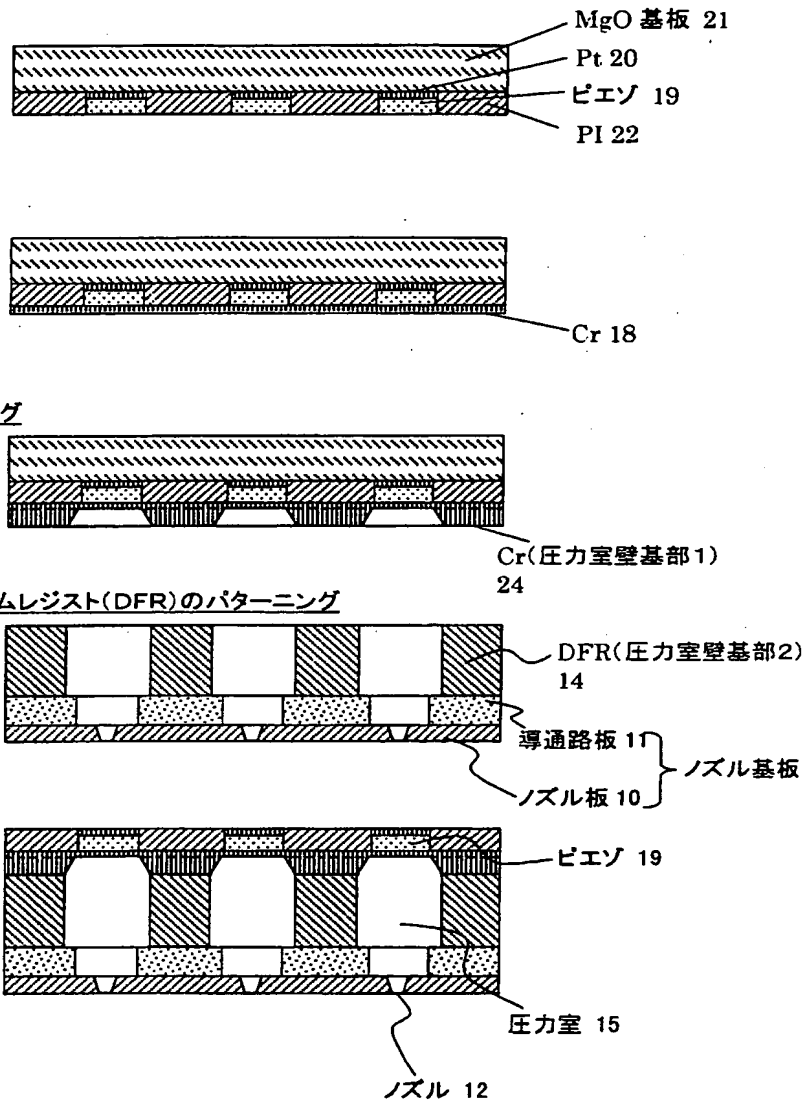


図 8

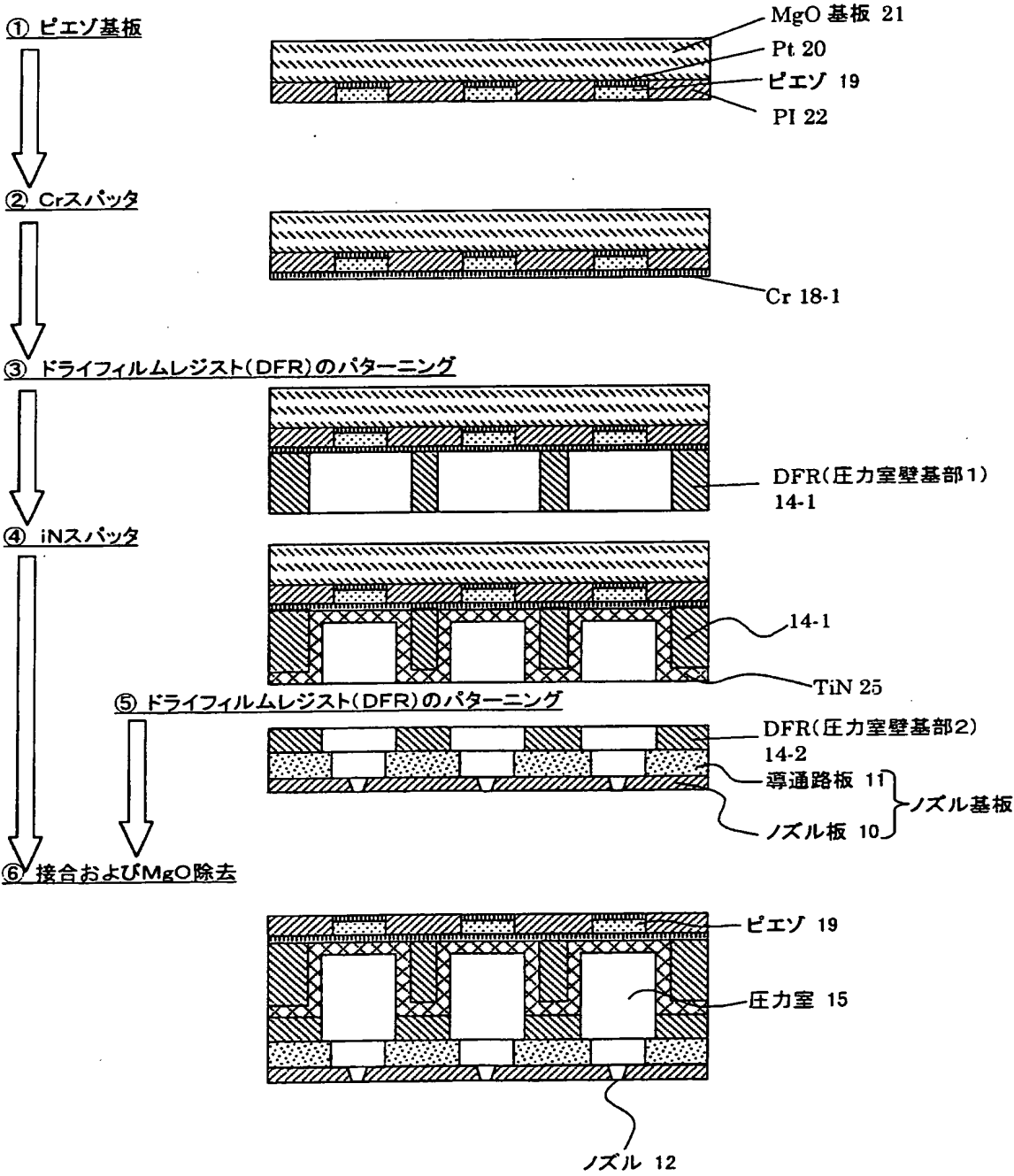


図 9

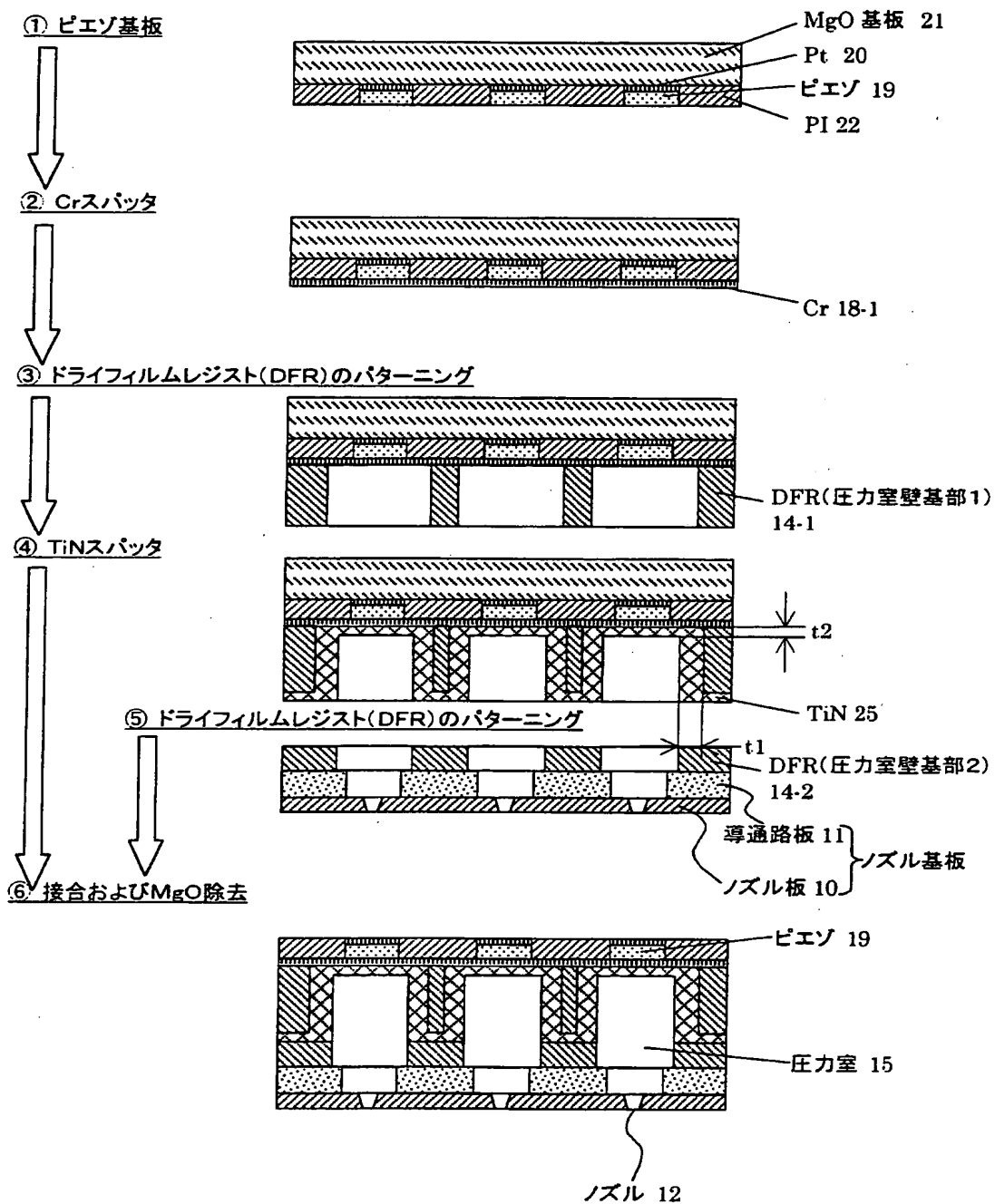


図 10

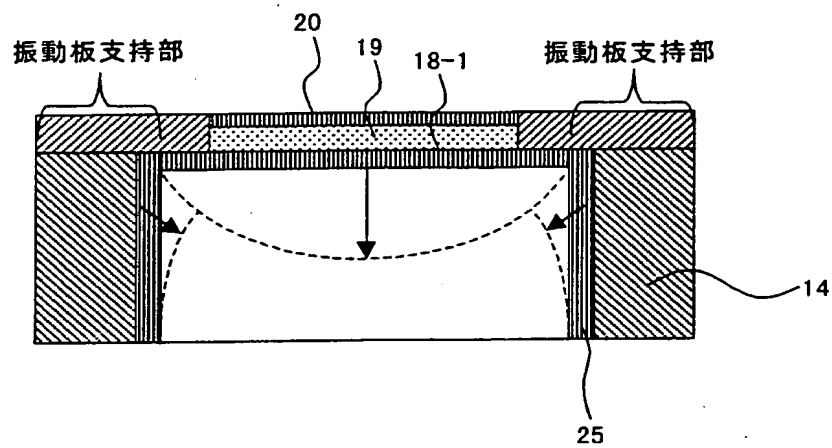


図 1 1

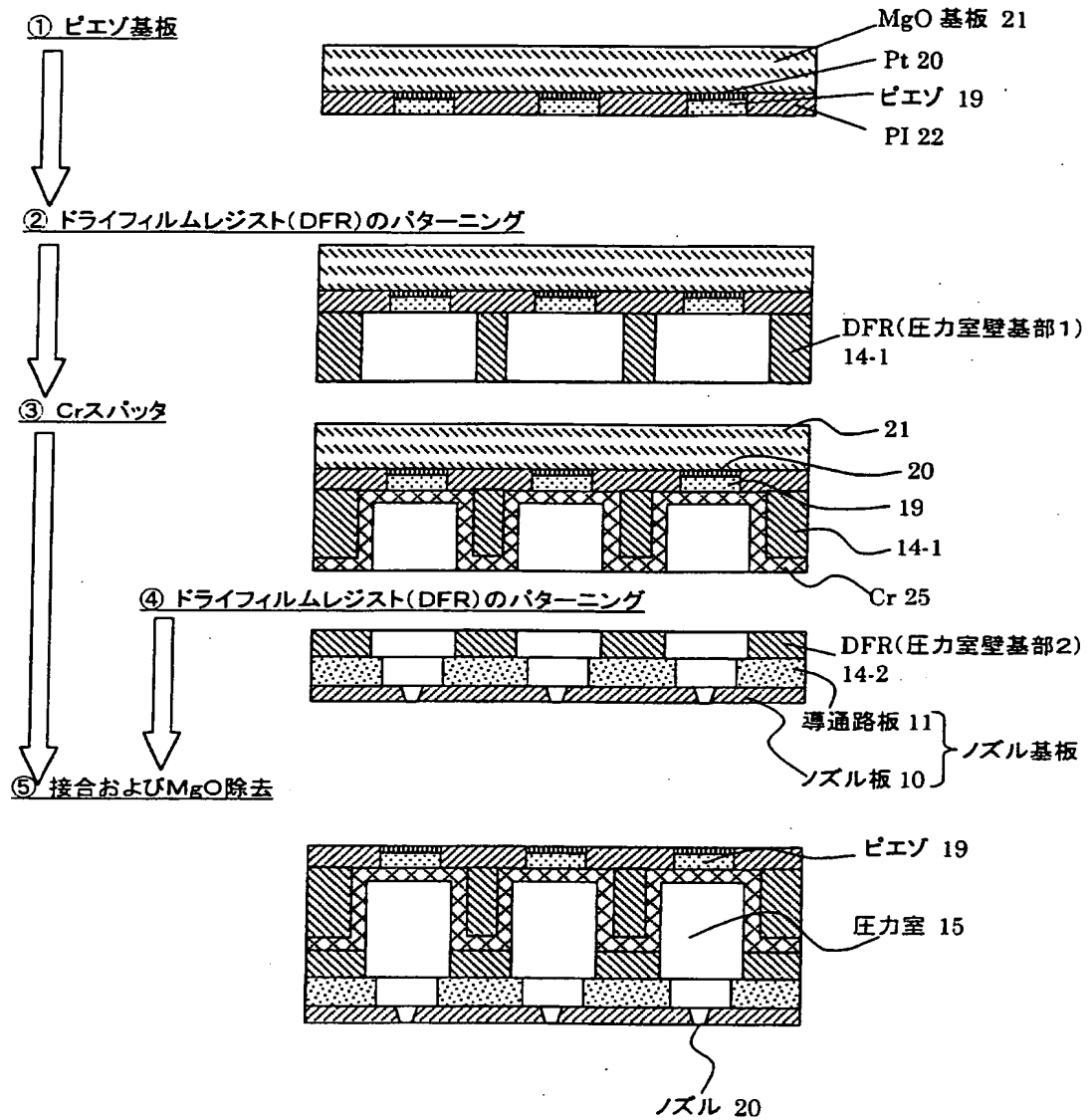


図 12

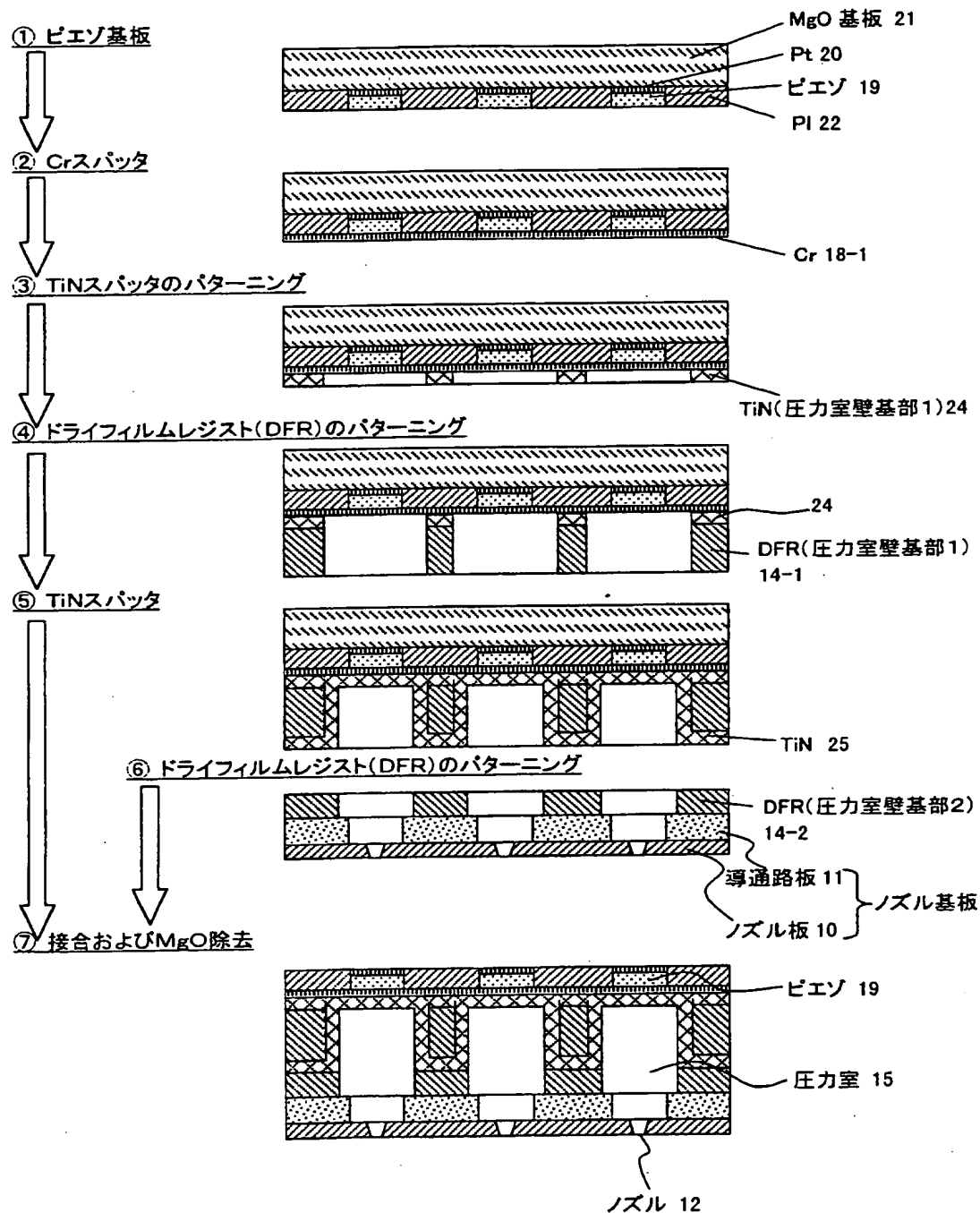


図 1 3

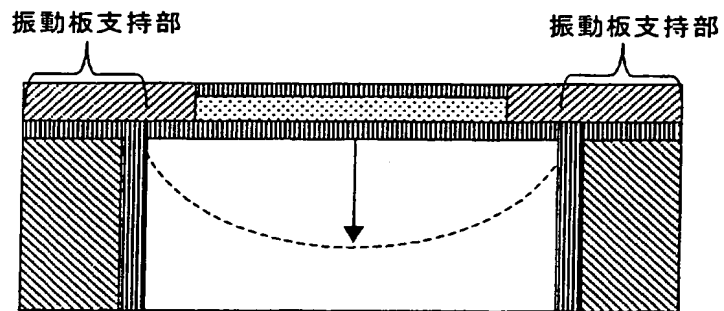


図 1 4

	ヘルムホルツ周波数 (kHz)	インク粒子量2pL噴射時 インク粒子初速度 (m/s)
従来例	253.8	7.1
実施例4	361.6	10.1
実施例5	393.8	11.0
実施例5-2	414.3	11.6
実施例6	323.8	9.0
実施例1	287.1	8.0
実施例2	340.9	9.5
実施例3	357.1	10.0
実施例7	365.7	10.2

図 1 5

	各項目にて従来例を1として比較		
	圧力室壁損失率	ヘルムホルツ周波数比	インク粒子初速度比
従来例	1	1	1
実施例4	0.83	1.42	1.43
実施例5	0.81	1.55	1.55
実施例5-2	0.69	1.63	1.63
実施例6	0.91	1.28	1.28
実施例1	0.67	1.13	1.13
実施例2	0.80	1.34	1.34
実施例3	0.84	1.41	1.41
実施例7	0.84	1.44	1.44

図 1 6

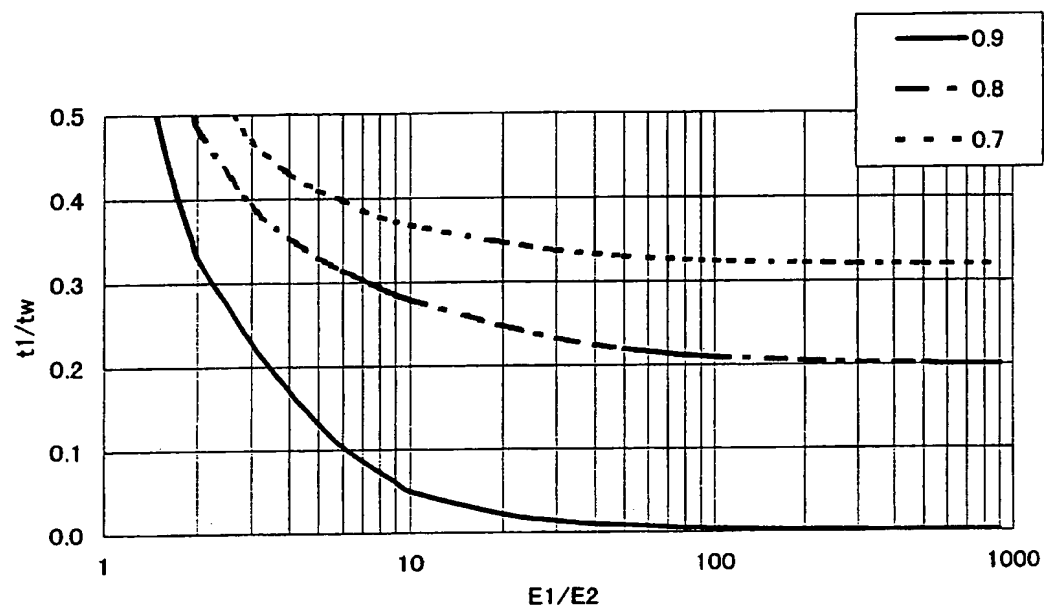
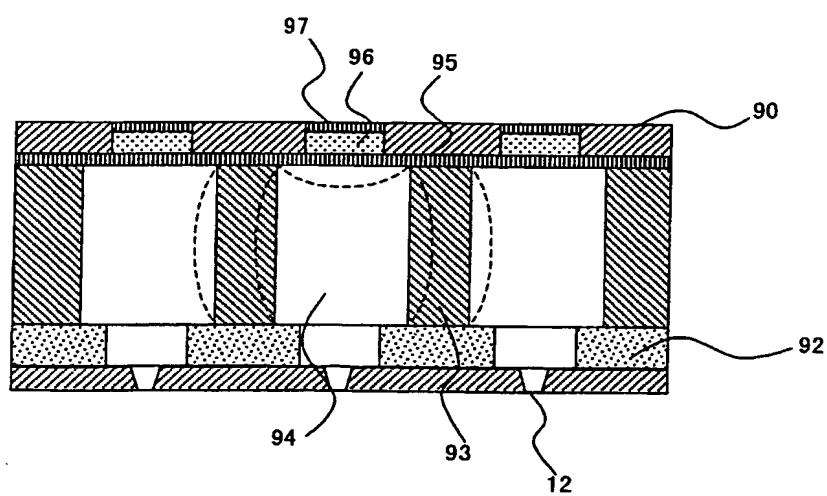


図 1 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/01880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ B41J2/045, B41J2/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B41J2/045, B41J2/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 10-264383, A (Seiko Epson Corporation), 06 October, 1998 (06.10.98), page 3, column 4, line 38 to page 4, column 5, line 23; Figs. 1 to 2	1, 9
A	page 3, column 4, line 38 to page 4, column 5, line 23; Figs. 1 to 2 (Family: none)	2-6
X	EP, 803918, A1 (Seiko Epson Corporation), 29 October, 1997 (29.10.97), page 8, column 14, line 40 to page 9, column 15, line 21; Fig. 27 & JP, 9-277532, A	7, 8, 10
X	JP, 10-146967, A (Seiko Epson Corporation), 02 June, 1998 (02.06.98), page 3, column 3, line 1 to column 4, line 9; Fig. 2	7, 10
A	page 3, column 3, line 1 to column 4, line 9; Fig. 2 (Family: none)	8
A	JP, 6-218929, A (Nippon Glass Fiber Co., Ltd.), 09 August, 1994 (09.08.94),	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
09 June, 2000 (09.06.00)

Date of mailing of the international search report
20 June, 2000 (20.06.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/01880

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none) JP, 6-71877, A (Seiko Epson Corporation), 15 March, 1994 (15.03.94), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ B41J2/045, B41J2/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ B41J2/045, B41J2/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP, 10-264383, A (セイコーエプソン株式会社) 06. 10月. 1998 (06. 10. 98) 第3頁第4欄第38行~第4頁第5欄第23行, 第1-2図 第3頁第4欄第38行~第4頁第5欄第23行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1, 9 2-6
X	EP, 803918, A1 (SEIKO EPSON CORPORATION) 29. 10月. 1997 (29. 10. 97) 第8頁第14欄第40行~第9頁第15欄第21行, 第27図	7, 8, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 06. 00

国際調査報告の発送日

20.06.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JJP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中村 圭伸

印

2P

9020

電話番号 03-3581-1101 内線 3261

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& JP, 9-277532, A	
X A	JP, 10-146967, A (セイコーエプソン株式会社) 02.06月. 1998 (02.06.98) 第3頁第3欄第1行~第4欄第9行, 第2図 第3頁第3欄第1行~第4欄第9行, 第2図 (ファミリーなし)	7, 10 8
A	JP, 6-218929, A (日本硝子株式会社) 09.08月. 1994 (09.08.94) 全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP, 6-71877, A (セイコーエプソン株式会社) 15.03月. 1994 (15.03.94) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-10